



Sürdürülebilir Atık Yönetiminde Sera Atıklarının Kompost Olarak Değerlendirilmesi

Melis ÇERÇİOĞLU^{1*}

Öz: Sürdürülebilir bir tarım, doğal kaynakların korunarak etkili bir şekilde kullanımı ile mümkündür. Organik atıkların sürdürülebilir bir şekilde tekrar doğal döngüye kazandırılmasında en başarılı yöntemlerden birisi kompostlamadır. Bitkisel kökenli atıklar, zengin bir organik madde kaynağı olmasının yanında bitki besin maddesi içerikleri yönünden de önemli bir potansiyele sahiptirler. Bu derlemede; organik madde içeriği düşük ülkemiz topraklarının verimlilik kapasitesini arttırmak için sera bitkisel atıklarının kompostlanarak tarım topraklarına organik madde olarak geri dönüşümünün sağlanması ile çevre üzerine olan olumsuz etkilerinin azaltılması ve diğer organik gübrelere alternatif olarak kullanılabilme imkanları değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atık yönetimi, kompostlama, sera atıkları, toprak verimliliği.

Evaluation of Greenhouse Wastes as Compost in Sustainable Waste Management

Abstract: Sustainable agriculture is possible by the efficient use and conservation of natural resources. Composting is one of the most successful method for re-entering organic waste in the natural cycle. Plant wastes have a good organic matter content and also very important potential in terms of plant nutritional contents. In this review; it is evaluated to recycle of composting greenhouse plant wastes as organic matter into the soils to

* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** ¹ Melis ÇERÇİOĞLU, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Simav Meslek Yüksek Okulu, Kütahya, Türkiye, melis.cercioglu@dpu.edu.tr, OrcID 0000-0002-6985-7745

Atıf/Citation: Çerçioğlu, M. 2019. Sürdürülebilir Atık Yönetiminde Sera Atıklarının Kompost Olarak Değerlendirilmesi. *Bursa Uludag Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 33 (1), 167-177.

increase the fertility of our soils which have low organic matter content and decrease of negative affects to the environment and the usage possibilities as alternative instead of other organic manures.

Keywords: Composting, greenhouse wastes, soil fertility, waste management.

Giriş

Tarımsal üretimde sürdürülebilirlik ve bitkisel üretimde yüksek verimlilik sağlanması için toprağın korunması ve geliştirilmesi en önemli parametreler arasındadır. Uzun yıllardır yapılan bilinçsiz tarım uygulamaları, toprakların organik madde içeriğinin sömürülmesine yol açmıştır. Yoğun tarım sistemi altındaki toprakların verimliliklerinin sürdürülebilmesi için toprağa yeterince organik madde ilavesinin gereği kaçınılmazdır. Türkiye topraklarının büyük bir kısmının çok az organik madde içerdiği ve zamanla bu miktarın daha da azalarak toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini olumsuz olarak etkilediği bilinmektedir (Demirtaş, 2004).

Sürdürülebilir bir toprak kalitesi için organik atıkların toprağa ilavesi, toprağın organik madde içeriği ve besin maddeleri üzerine çok önemli etki sağlayan yaygın bir uygulamadır. Organik gübre uygulamalarının, toprakların organik madde (Yılmaz ve Alagöz, 2010) ve azot içeriklerinde (Alagöz, 2006; Okur, 2008) önemli oranda artış sağladığı bilinmektedir. Ayrıca organik atıkların toprağa uygulanması ile toprakların mikrobiyolojik aktiviteleri, strüktürü, hava-su dengesi olumlu yönde etkilenir (Eriksen, 2005; Randhawa, 2005; Candemir ve Gülser, 2007; Chaturvedi, 2008).

Ülkemizde çiftlik gübresi, açık ve örtü altı sebze ve meyve yetiştiriciliğinde toprağın organik madde miktarını arttırmak ve kış aylarında bitkileri soğuktan korumak amacıyla kullanılmaktadır. Fakat çiftlik gübresinin maliyetinin yüksek olması, hastalık veya zararlı etmeni taşıması ve ayrıca temininde yaşanan güçlükler nedeniyle, kullanım oranı giderek azalmaktadır. Günümüzde hem çevresel kirliliğin önlenmesi hem de atıkların değerlendirilmesi amacıyla, bitkisel üretim sonucunda ortaya çıkan hasat atıklarının veya hammaddesi tarımsal ürün olan pek çok işletme atığının tarımsal üretimde girdi olarak kullanılması yaygınlaşmıştır. Bitkisel atıklar veya agro-endüstriyel atıkların tarımda başarılı bir şekilde kullanılabilmesi yapılan pek çok çalışma ile belirlenmiştir. Bu atıkların topraklara doğrudan uygulanması ile organik madde ve bitki besin maddesi kaynağı olarak kullanılabilmesi, aynı zamanda belli oranlarda karışımlar ile yetiştirme ortamı olarak da değerlendirilebileceği belirlenmiştir (Özenç, 2004; Benito, 2005, 2006).

Sera atıklarının bertaraf edilmesi üreticiler için ciddi bir problem oluşturmaktadır. Bu atıklar ya yakılarak yok edilme yoluna gidilip çevre kirliliğine yol açmakta ya da bahçe kenarlarına gelişigüzel atılarak bertaraf edilmeye çalışılmaktadır. Ancak sera koşullarında yoğun biyokütle birikimi, sera içerisinde hastalık ve zararlı yayılımı gibi problemlere neden olabilmektedir. Atıkları yakarak yok etmenin çevreye zararlı olması ve potansiyel faydalarından yararlanılmaması nedeniyle alternatif bir bertaraf yöntemi olan kompostlama ile tarımda değerlendirilmesi son yıllarda önem kazanmakta, pek çok bilimsel araştırmaya konu olmaktadır.

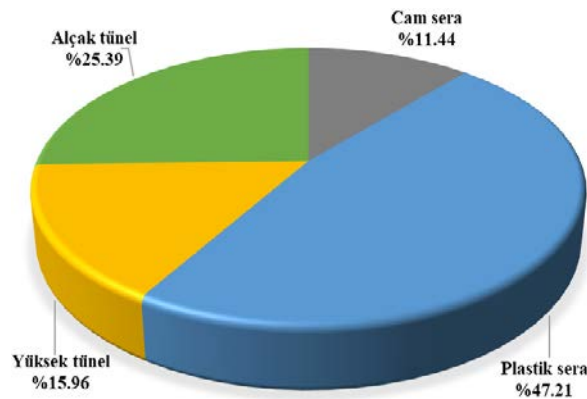
Bu çalışmada, sera atıklarının kompostlanarak geri dönüşümünün sağlanması ile diğer organik madde kaynaklarına alternatif olarak kullanılabilme imkanları ve çevre üzerine olan olumsuz etkilerinin azaltılması konuları değerlendirilmiştir.

Ülkemizde Seracılık ve Bitkisel Atıklar

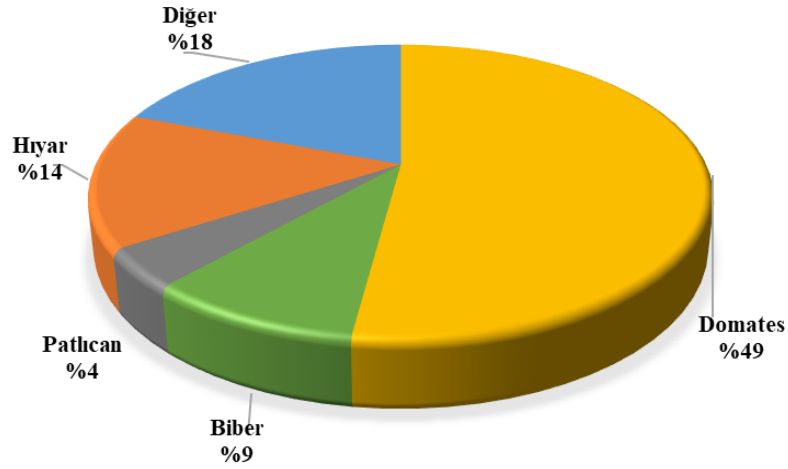
Örtüaltı yetiştiriciliği olarak da tanımlanan seracılık faaliyetleri 19. yüzyılın başlarında Kuzey Avrupa ülkelerinde başlamış olup, II. Dünya savaşından sonra Dünya’da gelişme göstermiştir. Türkiye’de ise 1940’lı yıllarda Antalya ilinde başlayan seracılık faaliyetleri, günümüzde yoğun olarak Akdeniz ve Ege Bölgeleri’nde yapılmaktadır (Kervankıran, 2011; Çerçioğlu ve Şahin, 2016).

Türkiye’de örtüaltı sebze yetiştiriciliği, ekonomiye katkı sağlayan önemli bir tarımsal üretim koludur. 2016 yılı Gıda ve Tarım Örgütü’nün verilerine göre; Avrupa 173 561 ha, Güney Amerika 12 502 ha, Kuzey Amerika 7 288 ha, Asya 224 974 ha ve Afrika 36 993 ha örtüaltı sebze yetiştiriciliği alanına sahiptir (FAO, 2018). Ülkemiz örtüaltı varlığı bakımından Dünya’da ilk dört ülke arasında, Avrupa’da ise İspanya ile ilk sırada bulunmaktadır. Ülkemizde örtüaltı yetiştiricilik yapılan alan 2017 yılı itibariyle yaklaşık olarak 75.21 hektardır (Anonim, 2018). Bunun 44.08 ha’ı (%58.6) cam ve plastik sera, geriye kalan 31.12 ha’ı (%41.3) alçak ve yüksek tünellerden oluşmaktadır (Şekil 1).

Örtüaltı yetiştiricilikte Antalya ilimiz %51’lik payla (3.2 milyon ton) birinci sırada olup, bunu sırasıyla Mersin %18 (1 milyon ton), Adana %11 (670 bin ton) ve Muğla %9 (527 bin ton) illeri takip etmektedir. Bu 4 ildeki örtüaltı üretimi (yaklaşık 5.4 milyon ton), toplam örtüaltı üretimimizin yaklaşık %90’nını oluşturmaktadır. Türkiye’de 2017 yılında 30.8 milyon ton sebze üretilmiştir. Bu üretimin %76’si açıkta ve %24’ü ise örtüaltında gerçekleşmiştir (Anonim, 2018). 2017 yılı TÜİK verilerine göre toplam örtüaltı üretimimizin %94’ü sebze ve %6’sı meyve üretiminden oluşmaktadır. Serada üretilen toplam sebze üretiminde (7 383 879 ton) domates 3 829 831 ton ile birinci sırada yer almakta, bunu 1 121 625 ton ile hıyar, 704 293 ton ile biber ve 344 620 ton ile patlıcan izlemektedir. Geriye kalan alanlarda da kavun, karpuz, kabak, fasulye ve marul gibi diğer sebze türleri yetiştirilmektedir (Şekil 2, Anonim, 2018).



Şekil 1. Ülkemizde farklı örtüaltı yapılarının oransal dağılımı



Şekil 2. Ülkemizde seralarda yetiştirilen sebzelerin oransal dağılımı

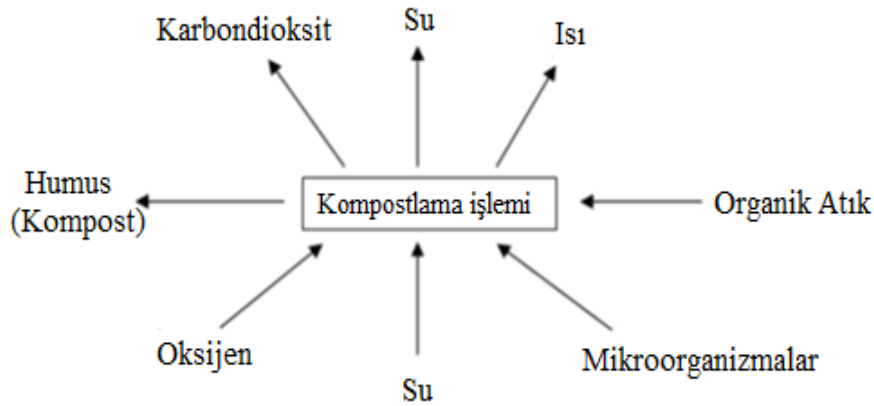
Ülkemizde seracılıkta birim alandan daha fazla ürün elde etmek amaçlanmaktadır. Bu nedenle birim alanda yetiştirilen bitki sayısı ve elde edilen biyokütle ağırlıkları fazla olmaktadır. Tarımsal alanlarımızın ürün çeşitliliğine ve iklim özelliklerine bağlı olarak büyük miktarlarda organik atık ortaya çıkmakta ve bu atıkların genel olarak herhangi bir sistemli değerlendirilmesi yapılmamaktadır. Sönmez ve ark. (2002) tarafından yapılan bir araştırmada Antalya-Kumluca'da sadece domates seralarından yılda yaklaşık 57 500 ton, Antalya ilinde ise 330 625 ton bitki atığının çevreye gelişigüzel atıldığı ve yakılarak yok edildiği belirtilmektedir.

Ülkemizde bitkisel üretim sonrasında yılda yaklaşık olarak 12.8 milyon ton organik atık açığa çıkmaktadır (Başçetinçelik, 2006). Özellikle seracılığın yoğun olarak yapıldığı Antalya ilinde yetiştiricilik yapılan 17 252 ha cam ve plastik sera alanından her yıl yaş bazda yaklaşık 1 182 bin ton, kuru bazda ise 176 bin ton bitkisel biyokütle atığı çıkmakta ve bu değerler Türkiye sera alanlarından çıkan atıkların yaklaşık olarak %70'ini oluşturmaktadır (Bilgin, 2013). Türkiye'de üretim yapılan cam ve plastik seralardan her yıl kuru bazda yaklaşık 204 bin ton domates, 35 bin ton biber ve 14 bin ton patlıcan bitkisi atıkları olmak üzere toplamda 252.8 bin ton bitkisel biyokütle atığı ortaya çıkmaktadır (Bilgin, 2012). Sebze üretimindeki artış ile atık miktarlarında da bir artış gözlenmektedir. Antón ve ark. (2005) örtü altı yetiştiricilikte en önemli problemin ortaya çıkan atık olduğunu belirlemiştir. Cheuk ve ark. (2003) bitkisel üretim sonucunda oluşan materyallerin meyve, bitki budama atıkları ve tüm bitki organları olduğu; örtü altı domates ve biber üretimi sonucunda yıllık 175 ton ha⁻¹ organik atık oluştuğunu belirlemiştir. Bu atıkların içermiş oldukları bitki besin maddesi miktarları bitki türüne göre değişmektedir. Örneğin domates bitkisinin hasat atıklarında depolanmış olarak kalan NPK miktarları 9.5 kg da⁻¹ N; 2.7 kg da⁻¹ P ve 13 kg da⁻¹ K olarak belirlenmiştir (Kaygısız, 1996).

Kompostlama ile Sera Atıklarının Geri Dönüşümü

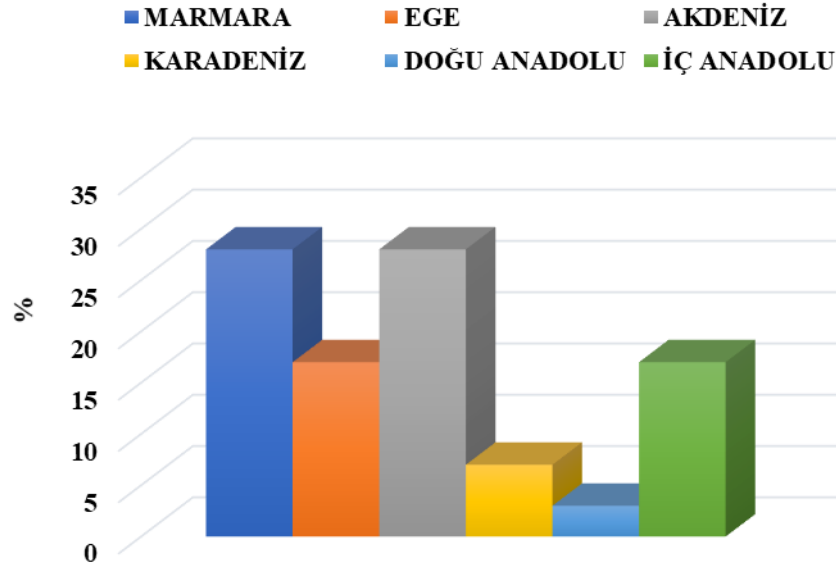
Kompostlama, toprak düzenleyicileri ve/veya organik gübre olarak kullanılabilen stabilize organik materyallerin oluşumu ile kontrollü bir mikrobiyal aerobik ayrışma işlemi olarak tanımlanmaktadır (Bari ve Koenig, 2001; 2002; Sönmez, 2012; Sarangi ve Lama, 2013). Bir diğer deyişle, kontrollü optimum nem, sıcaklık ve havalandırma koşulları altında karışık mikrobiyal popülasyon tarafından heterojen organik atıkların humus benzeri maddelere dönüştüren biyolojik bir işlemdir (Şekil 3, Atalia, 2015). Bu işlem, her yerde kabul edilen bir uygulama olup organik atıkları tarımsal kullanım için geri dönüştürmede en etkili araçlardan birisidir (Raj ve Antil, 2011).

Kompostlamada oksijen ve havalandırma; C/N oranı; nem; porozite, yapı, kıvam ve partikül boyutu; pH, sıcaklık ve süre gibi parametreler kaliteye etki etmektedir (Öztürk ve ark., 2015). Ayrıca, kompostun kalitesi genellikle eriyen tuzlar, stabilite ve zararlı otlar, ağır metaller, fitotoksik bileşikler ve yabancı maddeler gibi toprakta istenmeyen bileşenlerin varlığına ve yığından yığına ürünün üniformluğuna da bağlıdır. İdeal bir kompostun pH'sı 6.5-8.0, C/N oranı 25/1-30/1, nem içeriği %50-60, oksijen konsantrasyonu >%5, partikül boyutu 0.32-1.27 cm ve sıcaklığı 54-60°C sınır değerlerinde olmalıdır (Öztürk, 2017).

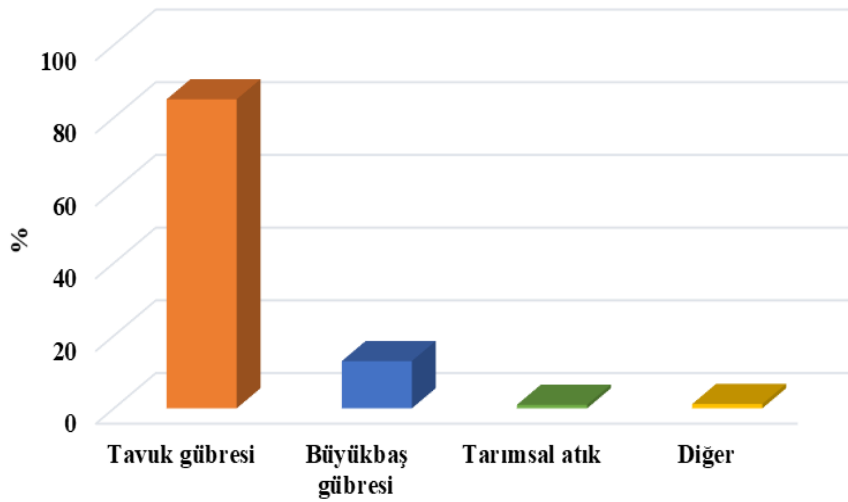


Şekil 3. Kompostlama işlemi

Külcü ve Çaylak (2015) ülkemizdeki kompost üretimi ile ilgili yaptıkları bir anket çalışmasında, Marmara ve Ege bölgesinde ağırlıklı olarak tavukçuluk yapan işletmelerin kompost üretimi yaptığını, Akdeniz bölgesinde ise mantar kompostu tesislerinin ağırlıkta olduğunu belirlemişlerdir. Karadeniz ve Doğu Anadolu bölgelerimizde ise kompost üretiminin yoğun olmadığı gözlenmiştir (Şekil 4). Ayrıca, bu anket çalışması kapsamında hammadde türlerine göre kompost üretim oranları toplam üretim kapasitesi açısından değerlendirildiğinde; ülkemizde bir yılda üretilen 236 265 ton kompostun; 201 445 ton'u tavuk gübresinden, 31 820 ton'u büyükbaş gübresinden, 3 000 ton'u diğer atıklardan, 2 400 ton'u tarımsal (bitkisel) atıklardan üretildiği belirlenmiştir (Şekil 5, Külcü ve Çaylak, 2015).



Şekil 4. Ülkemizde tarımsal atıklardan kompost üreten fabrikaların oransal dağılımı



Şekil 5. Ülkemizde üretilen kompostun kullanılan hammaddelere göre oransal dağılımı

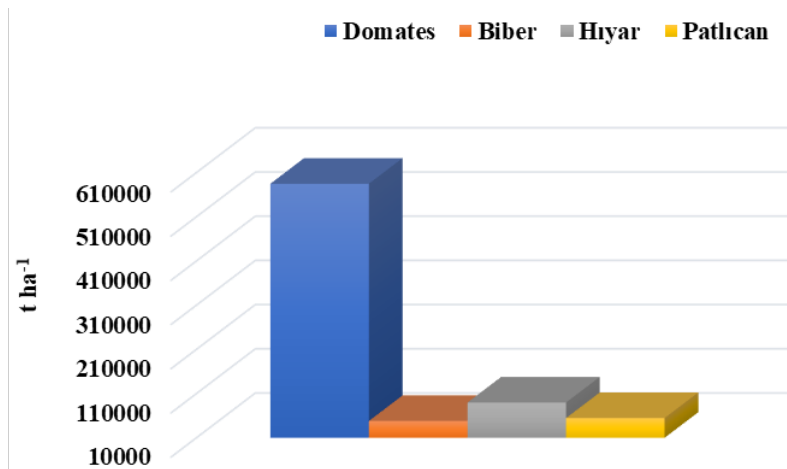
Dünya’da ve ülkemizde atıkların özelliklerine ve kompostun kullanılacağı alana göre kompostlama işleminde farklı yöntemler ve teknolojiler bulunmaktadır. Yaygın olarak kullanılan kompostlama yöntemleri; karıştırmalı yığın, statik yığın (doğal havalandırma), statik yığın (zorlamalı havalandırma), kapalı reaktör sistemleri (konteyner, tünel ve dönen tambur tipi) olarak sıralanabilir. Kapalı sistemlerde işlem başarısı ve pastörizasyon etkisi oldukça yüksek olup, yatırım ve işletme maliyetleri yüksektir. Kapalı sistemler genel olarak, pastörizasyon etkisinin tarımsal atıklardan daha önemli olduğu arıtma çamurları ve koku kontrolünün önemli olduğu kentsel atıkların kompostlanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Tarım sektöründe ise kapalı sistemler mantar kompostu üretiminde tercih edilmektedir. Tarımsal gübre ve/veya toprak düzenleyicisi olarak kompost üretiminde büyük oranda açık sistemler kullanılmaktadır. Ülkemizde tarımsal kompost üretiminde genellikle

karıştırmalı sistemlerin kullanıldığı bilinmektedir. İşlem başarısı düşük olmasına rağmen karıştırmalı sistemlerin tercih edilmesinin en önemli nedeni, statik yığın sistemlerinin ihtiyaç duyduğu işlem kontrol ve komuta düzenlerinin yurt dışından ithal ediliyor olmasıdır (Külcü, 2013). Ülkemizde faaliyet gösteren tarımsal kompost işletmelerinin yaklaşık %3'ünde statik yığın, %66'sında karıştırmalı yığın ve %31'inde kapalı sistemler kullanılmaktadır (Külcü ve Çaylak, 2012).

Külcü (2016) tarımsal biyokütle potansiyelini incelediği bir çalışmada, Afyonkarahisar ilinde bir yılda açığa çıkan 2 838 954 ton bitkisel atıktan (%20 nem içeriğinde) 1 490 451 ton kompost üretilmesinin mümkün olduğunu belirtmiştir. Karaca (2017), Antalya' da yaptığı bir çalışmada toplamda en fazla atığın 165.3 bin ton ile domates bitkisi, bunu da 27.35 bin ton atık miktarı ile biber ve yaklaşık 10 bin ton atık miktarı ile patlıcan bitkisi üretiminden kaynaklandığını belirtmiştir. Bu üç bitkinin sera üretiminde oluşturdukları bitkisel atık miktarı ise kuru bazda toplam 202.65 bin ton olarak belirlenmiştir.

Sera atıklarından elde edilen kompostların analizleri sonucunda yüksek besin değeri içeriğine ve iyi fiziksel özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bu kompostlar üreticiler tarafından kendi seralarında yüksek kaliteli bir yetiştirme ortamı oluşturmak amacıyla kullanılabilir. Domates gibi yüksek değerli sebze bitkilerinden kompost uygulaması, çayır ve çimlerden elde edilen kompost uygulamasından daha ekonomik ve pratik olabilmektedir (Roe ve Cornforth, 2000). Bu konu ile ilgili yapılan bir araştırma sonucunda geleneksel yetiştirme ortamı olan talaş yerine sera atıklarından elde edilen kompost kullanıldığında %10 verim artışının sağlandığı belirtilmektedir. Aynı çalışmada 4 ha domates veya biber serasında bu kompostların kullanımıyla yıllık 8 000 \$ tasarruf sağlanabileceği de belirtilmiştir (Cheuk, 2003; Karaca, 2017).

Sönmez ve ark. (2008) Antalya'da sera bitki atıkları ile ilgili yürüttükleri bir çalışmada üretim sezonu sonunda sebzelerden (domates: 584 745, biber: 48 014, hıyar: 89 757 ve patlıcan: 54 605 ton ha⁻¹) elde ettikleri toplam bitkisel atık miktarı 777 112 ton ha⁻¹ olarak belirlemiştir (Şekil 6). Domates bitki atıkları ile 7 043 ton ha⁻¹, biber bitki atıkları ile 832 ton ha⁻¹, hıyar bitki atıkları ile 1 435 ton ha⁻¹ ve patlıcan bitki atıkları ile 904 ton ha⁻¹ besin maddesinin yok olduğu belirlenmiştir. Ayrıca gübre kaynağı olarak kullanılacak 7 159 ton ha⁻¹ a eşit olan besin maddelerinin (N, P₂O₅ ve K₂O gibi) bitkisel atıklar ile kayıp olduğu belirlenmiştir.



Şekil 6. Ülkemizde üretim sezonu sonunda elde edilen toplam bitkisel atık miktarları

Sönmez ve Kaplan (2010) tarafından yürütülen bir çalışmada, kompost uygulamalarının toprak organik madde içeriğinde artış sağladığı belirlenmiştir. Herencia ve ark. (2011) bir bitki rotasyon sistemi altında serada ve açık alandaki parsellerde tın bünyeye sahip bir toprağa kimyasal gübreler ile yığın tipi kompostlama tekniği ile elde edilen bitkisel atık kompostu (pH: 7.7, EC: 2.6 dS m⁻¹, OC: %18.3, N: %0.9, P: %0.58, K: %0.36) uygulamıştır. Seradaki ve tarladaki parsellerin her ikisinde de kompost kullanımı kimyasal gübrelemeye göre; organik karbonu ve agregat stabilitesini önemli oranda arttırmış, hacim ağırlığında ise azalma sağlamıştır. Tarladaki parsellerde en düşük hacim ağırlık değerleri belirlenirken, seradaki parsellerde en yüksek agregat stabilitesi değerleri elde edilmiştir.

Aşık ve Kütük (2012) çay atığı kompostunun, çim bitkisinin bazı özellikleri (kuru ot verimi, fide kuru ağırlığı, desimetrekaredeki kardeş sayısı, N ve K içeriği) üzerine ahır gübresi ve peat uygulamalarına oranla daha olumlu sonuç elde etmişlerdir.

Sönmez (2012), reaktör tipi kompostlama yöntemi ile farklı organik atıkların kompostlanmasında optimum karışım oranı ve besin elementi içeriklerini incelemiştir. Buna göre en iyi karışım oranı ve en yüksek N, K besin maddesi içeriği %30 sığır gübresi+%20 saman+%50 brokoli atığı kompostundan; diğer makro ve mikro besin maddeleri, pH ve EC açısından ise en iyi değerler %70 sığır gübresi+%20 saman+%10 brokoli atığı içeren komposttan elde edilmiştir.

Çerçioğlu ve ark. (2017) Kütahya-Simav yöresindeki seralardan hasat sonrası elde ettikleri atıkları yığın tipi kompostlama yöntemi ile kompost (pH: 8.79, EC: 1772 µS cm⁻¹, OM: %30, toplam N: %2.18) haline getirerek bazı toprak özellikleri (pH, EC, OM, makro besin maddeleri) ve biber bitkisini verimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmaya göre, 40 ton ha⁻¹ ve 80 ton ha⁻¹ kompost dozlarının toprağın organik maddesi, makro besin maddesi içeriği ve bitki verimini arttırdığını belirlemişlerdir.

Sönmez ve ark. (2017) reaktör gibi kompostlama tekniği kullanarak farklı tarımsal atıklardan elde ettikleri kompostlar ile marul bitkisinin verimi ve besin elementi içeriğine etkilerini belirlemek için yaptıkları araştırmada bitki özellikleri üzerine en iyi sonuçları %80 sera bitki atıkları+%10 kokopit+%10 atık mantar kompostu (pH: 7.8, EC: 11.8 dS m⁻¹, N: %1.87, P: %1.99, K: %2.86) karışımından elde etmişlerdir.

Sonuç

Kompostlama sırasında meydana gelen yüksek sıcaklığın atık içerisindeki patojen ve zararlı ot kaynaklarını yok etmesi, erozyon kontrolü, zor işlenen toprakların daha kolay işlenmesi ve besin maddelerinin daha iyi kullanılması gibi birçok faydaları bulunmaktadır. Sürdürülebilir atık yönetiminde sera bitkisel atıklarının topraklara kompost olarak geri dönüşümü sağlanarak hem organik madde içeriği fakir olan topraklarımızın organik madde içeriği hem de bitki besin maddesi içeriği artırılmış olacak ve böylece daha az ticari gübre kullanımı ile tarımda verim artışları sağlanabilecektir. Sera bitki atıklarının değerlendirilmesinde kullanılacak olan bitkisel atığın özelliğinin de bilinmesi tarımsal üretimde başarı oranını yükseltecek ve bu özelliklere göre toprağa uygulanacak uygulama dozlarının belirlenmesi mümkün olabilecektir. Sera atıklarından elde edilen

kompostlar, içerdikleri yüksek besin maddesi ve iyi fiziksel özelliklerinden dolayı yetiştirme ortamı veya toprak düzenleyicisi olarak kullanılabilir. Çevreye gelişigüzel atılan veya yakılarak bertaraf edilmeye çalışılan büyük bir potansiyele sahip sera atıklarımızın alternatif bir bertaraf yöntemi olan kompostlama ile tarımsal üretimde faydalarının değerlendirilmesi ülke ekonomisine katkı sağlayacak ve çevre kirliliği önlenmiş olacaktır.

Kaynakça

- Alagöz, Z., Yılmaz, E. ve Öktüren, F. 2006. Organik materyal ilavesinin bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(2): 245-254.
- Anonim 2018. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim Tarihi: 10.05.2018).
- Antón, M.A., Muñoz, P., Castells, F., Montero, J.I. and Soliva, M. 2005. Improving waste management in protected horticulture. *Agronomy for Sustainable Development*, 25(4): 447-453.
- Aşık, B.B. ve Kütük, C. 2012. Çay atığı kompostunun çim alanların oluşturulmasında kullanım olanağı. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(2): 47-57.
- Atalia, K.R., Buha, D.M., Bhavsar, K.A., and Shah, N.K. 2015. A review on composting of municipal solid waste. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT)*, 9(5): 20-29.
- Başçetinçelik, A., Öztürk, H.H., Kaya, D., Kaçira K., Ekinci, K. ve Karaca, C. 2006. Türkiye’de biyokütle enerjisi kullanımını geliştirme olanakları. VI. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, 25-26 Mayıs, Isparta.
- Bari, Q.H. and Koenig, A. 2001. Effect of air recirculation and reuse on composting of organic solid waste. *Resources Conservation and Recycling*, 33(2): 91-111.
- Benito, M., Masaguer, A., De Antonio, R. and Moliner, A., 2005. Use of pruning waste compost as a component in soilless growing media. *Bioresource Technology*, 96(5): 597-603.
- Benito, M., Masaguer, A., Moliner, A. and De Antonio, R. 2006. Chemical and physical properties of pruning waste compost and their seasonal variability. *Bioresource Technology*, 97(16): 20171-2076.
- Bilgin, S., Ertekin, C. ve Kürklü, A. 2012. Türkiye’deki sera bitkisel biyokütle atık miktarının belirlenmesi. 27. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı (pp. 499-508), Samsun.
- Bilgin, S., Ertekin, C. ve Kürklü, A. 2013. Alternatif yakıt olarak sera bitki atığı briketlerinin yakılması ve baca gazı emisyon değerlerinin belirlenmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(1): 11-17.
- Candemir, F. and Gülser, C. 2007. Changes in some chemical and physical properties of a sandy clay loam soil during the decomposition of hazelnut husk. *Asian Journal of Chemistry*, 3: 2452-2460.
- Chaturvedi, S., Upreti, D.K., Tandon, D.K., Sharma, A. and Dixit, A. 2008. Biowaste from tobacco industry as tailored organic fertilizer for improving yields and nutritional values of tomato crop. *Journal of Environmental Biology*, 29(5): 759-763.

- Cheuk, W., Lo, K.V., Branion, R.M.R. and Fraser, B. 2003. Benefits of sustainable waste management in the vegetable greenhouse industry. *Journal of Environmental Science and Health, Part B, Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*, 38(6): 855-863.
- Çerçioğlu, M. ve Sahin, H. 2016. Simav'daki seraların ısıtılmasında jeotermal enerji kullanım olanakları. *The Journal of Academic Social Science Studies, International Journal of Social Science*, 47: 459-475.
- Çerçioğlu, M., Yağmur, B., Kara, R.S. ve Okur, B. 2017. Agro-endüstriyel kompost ve ahır gübresinin biber (*Capsicum annuum* L.) yetiştiriciliğinde toprağın bazı kimyasal özellikleri ile verim üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(1): 71-77.
- Demirtaş, I.E. 2004. Kentsel katı atık kompostunun tarımda kullanımı. *DERİM*, 21(2): 27-34.
- Eriksen, J. 2005. Gross sulphur mineralisation-immobilisation turnover in soil amended with plant residues. *Soil Biology and Biochemistry*, 37(12): 2216-2224.
- FAO, 2018. The Food and Agriculture Organization, FAO Statistics <http://www.fao.org/faostat/en> (Erişim Tarihi: 12.10.2018).
- Herencia, J.F., Garcia-Galavis, P.A. and Maqueda, C. 2011. Long-term effect of organic and mineral fertilization on soil physical properties under greenhouse and outdoor management practises. *Pedosphere*, 21(4): 443-453.
- Garrido Hoyos, S.E., Vilchis Juárez, J., André Ramonet, C., García López, J., Alvarez Rios, A., Gorostieta Uribe, E. Aerobic thermophilic composting of waste sludge from gelatin-grenetine industry. *Resources, Conservation and Recycling*, 34(3): 161-173.
- Karaca, C. 2017. Antalya'da seracılık biyokütle artıklarının potansiyelinin haritalanması ve enerji üretim amacıyla değerlendirilmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 30(1): 21-25.
- Kaygısız, H. 1996. Organik gübreler, topraktaki fonksiyonları ve ülkemizdeki potansiyel kaynakları. *Hasad Dergisi*, 12(137): 30-31.
- Kervankıran, I., 2011. Afyonkarahisar ilinde alternatif tarım çalışmalarına bir örnek: Jeotermal seracılık. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 24: 382-402.
- Külcü, R. 2013. Kompostlaştırma işleminde proses yönetimi ve sistemler. I. Ulusal Kompost ve Biyogaz Çalıştayı, 11-14 Nisan 2013, Antalya.
- Külcü, R. 2016. Afyonkarahisar ilinin tarımsal biyokütle potansiyelinin incelenmesi. *Akademia Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 1(2): 1-9.
- Külcü, R. ve Çaylak, R. 2012. Türkiye'de tarımsal atıklardan kompost üretim sektörünün gelişimi. 4. Ulusal Katı Atık Kongresi, 17-20 Ekim 2012, Antalya.
- Külcü, R. ve R. Çaylak. 2015. Türkiye'de tarımsal atıklardan kompost üretim sektörünün gelişimi. *Akademia Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*. 1(1): 20-25.

- Okur, N., Kayıkçıoğlu, H.H., Okur, B. and Delibacak, S. 2008. Organic amendment based on tobacco waste compost and farmyard manure: Influence on soil biological properties and butter-head lettuce yield. *Turkish Journal of Agricultural Forestry*, 32(2): 91-99.
- Özenç, N. 2004. Fındık Zurufu ve Diğer Organik Materyallerin Fındık Tarımı Yapılan Toprakların Özellikleri ve Ürün Kalitesi Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Öztürk, I. Arıkan, O.A., Altınbaş, M., Alp, K. ve Güven, H. 2015. *Katı Atık Geri Dönüşüm ve Arıtma Teknolojileri* (El kitabı), Türkiye Belediyeler Birliği, Korza Yayıncılık Basım San. ve Tic. A.Ş., Ankara, 281p.
- Öztürk, M. 2017. *Hayvan gübresinden ve atıklardan kompost üretimi*, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 207p.
- Raj, D. and Antil, R.S. 2011. Evaluation of maturity and stability parameters of composts prepared from agro-industrial wastes. *Bioresource Technology*, 102(3): 2868-2873.
- Randhawa, P.S., Condrón, L.M., Di, H.J., Sinaj, S. and McLenaghan, R.D. 2005. Effect of green manure addition on soil organic phosphorus mineralisation. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 73(2-3): 181-189.
- Roe, N.E. and Cornforth, G.C. 2000. Effects of dairy lot scrapings and composted dairy manure on growth, yield, and profit potential of double cropped vegetables. *Compost Science and Utilization*, (8)4: 320-327.
- Sarangi, S.K. and Lama, T.D. 2013. Straw composting using earthworm (*Eudrilus eugeniae*) and fungal inoculant (*Trichoderma viridae*) and its utilization in rice (*Oryza sativa*) groundnut (*Arachis hypogaea*) cropping system. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 83(4): 420-425.
- Sönmez, S., Kaplan, M., Orman, Ş. ve Sönmez, İ. 2002. Antalya-Kumluca Yöresi domates seralarında hasat sonrası bitkisel atıklarla kaldırılan besin maddeleri miktarları ve bu atıkların değerlendirilmesi ile ilgili öneriler. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(1): 19-25.
- Sönmez, S., Çıtak, S., Sönmez, I. and Kaplan, M. 2008. Evaluation of mineral contents of greenhouse plant wastes in Antalya Region. *Asian Journal of Chemistry*, 20(6): 4739-4748.
- Sönmez, İ. ve Kaplan, M. 2010. Kompost uygulamalarının toprakların pH ve organik madde içeriği üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5.Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi Bildirileri Kitabı, Özel Sayı, 47(4): 627-632.
- Sönmez, İ. 2012. Determination of the optimum mixture ratio and nutrient contents of broccoli wastes, wheat straw and manure for composting. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10(3-4): 972-976.
- Sönmez, İ., Kalkan, H., Demir, H., Külcü, R., Yıldız, O. and Kaplan, M. 2017. Mineral composition and quality parameters of greenhouse-grown lettuce (*Lactuca sativa* L.) depending on fertilization with agricultural waste composts. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*. 16(3): 85-95.
- Yılmaz, E. and Alagöz, Z., 2010. Effects of short-term amendments of farmyard manure on some soil properties in the Mediterranean region-Turkey. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 8(2): 859-862.

